

Individual assessment of children with profound intellectual and multiple disabilities by means of event-related brain potentials

Citation for published version (APA):

Brinkman, M. J. R. (2009). *Individual assessment of children with profound intellectual and multiple disabilities by means of event-related brain potentials*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Universitaire Pers Maastricht. <https://doi.org/10.26481/dis.20090619mb>

Document status and date:

Published: 01/01/2009

DOI:

[10.26481/dis.20090619mb](https://doi.org/10.26481/dis.20090619mb)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Summary

Is it possible to assess sensory and cognitive information processing in children with profound intellectual and multiple disabilities (PIMD) by means of a non-invasive brain imaging technique like event-related brain potentials (ERPs)? This question was at the centre of the research project described in this thesis. Due to a very low intelligence level combined with motor disabilities and vision and/or hearing impairments, it is extremely difficult for children with PIMD to communicate with other people. This inability to communicate not only hampers their social life, but also thwarts professionals in their attempts to determine these children's sensory and cognitive capacities. As a result parents, caregivers and professionals are ignorant of the best way to approach them, have no means to assess developmental age and effects of therapy, and are unable to determine suitable training and daily activities.

An alternative to psychological tests and observational methods is the measurement of ERPs. A major advantage of this ERP method is its ability to assess information processing without additional communicative or behavioral requirements, thus enabling its applicability in children with PIMD. However, as this was the first time that the brain activity of children with PIMD was assessed by means of the ERP method, there were no earlier studies that could serve as starting-point and thus, results to compare their brain activity to, were non-existent. Therefore, this research project started with obtaining data regarding the auditory sensory gating and auditory and visual novelty processing in normally developing children aged 5-12 years and in adults (chapter 2-4), where after these referential data were used to assess the auditory and visual stimuli detection and novelty processing in each child with PIMD individually (chapter 5).

The first ERP study of this research project examined the development of auditory sensory gating (chapter 2). Auditory sensory gating is the ability of the brain to suppress irrelevant/redundant stimulation in order to prevent the brain from being over flooded with information. It appeared that the processing speed of the two clicks and the distribution of brain activity over the skull were already adult like in 5 years olds. However, auditory sensory gating itself was not mature until the

SUMMARY

age of 8 years, as the difference in P50 response to the first and second click in 5-7 years olds was smaller compared to the elder children and adults.

The second ERP study of this research project focused on the development of auditory novelty processing (chapter 3). Although many ERP studies addressed the development of auditory novelty processing, all but one used active tasks requiring an overt response from their participants, thus rendering their results unsuitable for the assessment of auditory novelty processing in children with PIMD. The only passive study used a rather long and complicated paradigm. Therefore, the main goal of this study was to replicate the findings of this earlier passive study using a shorter and simplified paradigm. The adapted paradigm replicated the earlier findings regarding passive auditory novelty processing, as two auditory novelty components were found that were different in topography and development, and both novelty components were still not mature in 10-12 years olds. Thus, it appeared that the adapted paradigm is well suited to assess auditory novelty processing in children with PIMD.

By analogy with the chapter on auditory novelty processing chapter 4 described an ERP study regarding the development of visual novelty processing. Although earlier ERP studies examined the development of this processing, they used tasks that required overt responses. In order to obtain reference data the present study therefore used a passive visual novelty oddball paradigm. Overall, the findings of earlier studies on the development of active visual novelty processing were replicated. It appeared that passive visual novelty processing is still not mature in children aged 10-12 years, as children differ from adults in both speed and intensity of visual novelty processing.

The main goal of the last study was to assess the auditory and visual stimuli detection and novelty processing in children with PIMD individually by means of ERPs. To this purpose the same auditory and visual novelty oddball paradigm as used in the studies described in chapters 3 and 4, was presented to these children. Thus, the brain activity of each child with PIMD individually could be compared to the reference data of normally developing children. The main component of interest with regard to auditory and visual stimuli detection was the P1. When this component is visible in the auditory and/or visual brain activity of a child, it can be concluded that this child is able to detect the presented auditory and/or visual information. With regard to auditory and visual novelty processing the focus was on the novelty component. A novelty component will be present in the brain activity of a child, when the child's brain has focused its attention to the novel information and

recognized that this new information is different from the old information kept in working memory. First, an auditory and/or visual P1 indicated that a child was able to hear and/or see. It appeared that all 15 children with PIMD could hear, and that 13 of them could see. In two children the visual stimuli detection could not be assessed as they closed their eyes during the EEG measurement. Next, the sensory P1 brain activity of an individual PIMD child was compared to the sensory P1 brain activity of aged-matched control children. When no significant differences were found, stimuli detection was called normal. In case of deviant sensory P1 brain activity, the sensory P1 brain activity was compared to the sensory P1 brain activity of younger control children, so that it could be determined whether the deviances in sensory P1 brain activity were due to a maturational delay. It appeared that 12 out of 15 children with PIMD had normal auditory stimuli detection, while only 3 of the 13 children with PIMD had normal visual stimuli detection. None of these children displayed an auditory or visual maturational delay. Finally, the novelty brain activity of each child with PIMD was compared to the novelty brain activity of age-matched control children, whereby the same procedure used for stimuli detection was followed. Seven out of 15 children with PIMD showed normal auditory novelty processing, while 6 out of 13 children had normal visual novelty processing. In addition, two of them had an auditory, and one of them had a visual maturational delay. When comparing these ERP results to the behavioral and observational data of professionals, there are many similarities, as most PIMD children with a very low developmental age (DA) also showed deviant information processing. However, some PIMD children were seriously underestimated, as they processed information similar to normally developing children of their own age. It can thus be concluded that the non-invasive measurement of ERPs is a very suitable and resourceful method to assess information processing in children with PIMD.

The general discussion addresses several aspects regarding the technical and practical application of the measurement of ERPs in children with PIMD. In addition, the profits that can be gained in practice by applying the ERP method to children with PIMD are discussed.

Samenvatting

Is het mogelijk de sensorische en cognitieve informatieverwerking in ernstig meervoudig gehandicapte kinderen (EMG kinderen) te evalueren door middel van een non-invasieve brain-imaging techniek als taakgerelateerde hersenactiviteit (ERP)? Dit is de centrale vraag van dit proefschrift. Vanwege een zeer laag intelligentieniveau, motorische beperkingen en visie en/of gehoor problemen, is het zeer moeilijk voor EMG kinderen om te communiceren met andere mensen. Dit onvermogen om te communiceren heeft niet alleen een negatieve invloed op hun sociaal leven, het hindert ook professionals in hun pogingen de sensorische en cognitieve capaciteiten van deze kinderen vast te stellen. Dit leidt ertoe dat ouders, zorgverleners, en professionals niet weten hoe ze hen het beste kunnen benaderen, niet kunnen inschatten wat hun ontwikkelingsleeftijd is, en niet in staat zijn om te evalueren of een therapie effect heeft gehad. Ook het bepalen van de meest geschikte training en/of dagactiviteit is zo zeer moeilijk.

Een alternatief voor psychologische tests en observaties vormt het meten van taakgerelateerde hersenactiviteit (ERP). Deze methode is uitermate geschikt voor EMG kinderen, omdat het ook informatieverwerking kan evalueren zonder dat een kind communiceert of bepaalde gedragingen laat zien. Vandaar dat in dit onderzoeksproject voor het eerst de hersenactiviteit van EMG kinderen werd geëvalueerd met behulp van ERP's. Vanwege het ontbreken van eerdere studies waren er geen resultaten beschikbaar waarmee de hersenactiviteit van EMG kinderen vergeleken kon worden. Daarom is dit onderzoeksproject begonnen met het verzamelen van referentiedata voor de auditieve "sensory gating", en auditieve en visuele "novelty" verwerking in normaal ontwikkelende kinderen (5-12 jaar) en in volwassenen (hoofdstukken 2-4). Vervolgens zijn deze referentiedata gebruikt om de auditieve en visuele stimuli detectie en "novelty" verwerking in elk EMG kind afzonderlijk te evalueren.

De eerste ERP studie van dit onderzoeksproject heeft de ontwikkeling van auditieve "sensory gating" onderzocht (hoofdstuk 2). Auditieve "sensory gating" is het vermogen van het brein om irrelevante of overbodige stimulatie te blokkeren, zodat voorkomen wordt dat het brein wordt overspoeld met informatie. De

resultaten lieten zien dat de verwerkingssnelheid van de twee klikken en het P50 patroon van hersenactiviteit reeds volwassen was in 5-jarigen. Auditieve “sensory gating” was daarentegen pas uitontwikkeld in kinderen van 8 jaar, omdat het verschil tussen de P50 respons op de eerste klik en op de tweede klik in 5-7 jarigen kleiner was dan in oudere kinderen en in volwassenen.

De tweede ERP studie van dit onderzoeksproject hield zich bezig met de ontwikkeling van auditieve “novelty” verwerking (hoofdstuk 3). Hoewel de ontwikkeling van auditieve “novelty” verwerking al vaker onderzocht is, hebben al deze eerdere studies, op één na, actieve ERP taken gebruikt. Doordat deze taken een gedragrespons van hun deelnemers vragen, zijn hun data ongeschikt om de auditieve “novelty” verwerking in EMG kinderen te evalueren. De enige passieve studie heeft een nogal lang en gecompliceerd ERP paradigma gebruikt. Vandaar dat dit onderzoek erop was gericht de bevindingen van deze eerdere passieve studie te repliceren door gebruik te maken van een korter en vereenvoudigd paradigma. Dit aangepaste paradigma bleek inderdaad in staat de eerdere resultaten betreffende passieve auditieve “novelty” verwerking te repliceren. Zo werden er twee auditieve “novelty” componenten gevonden, die allebei een verschillende topografie en ontwikkeling lieten zien, en die beide nog niet uitontwikkeld waren in 10-12 jarigen. Aldus blijkt dat het aangepaste paradigma zeer geschikt is om de auditieve “novelty” verwerking in EMG kinderen te evalueren.

Naar analogie van het hoofdstuk over auditieve “novelty” verwerking, wordt in hoofdstuk 4 een ERP studie naar de ontwikkeling van visuele “novelty” verwerking beschreven. Hoewel eerdere ERP studies ook al de ontwikkeling van visuele “novelty” verwerking hebben onderzocht, werd hierbij altijd gebruik gemaakt van taken die een gedragrespons vereisen. Om over passieve referentie data te kunnen beschikken heeft de huidige studie daarom een passief visueel “novelty oddball” paradigma gebruikt. Over het algemeen werden de bevindingen van eerdere studies naar de ontwikkeling van actieve visuele “novelty” verwerking gerepliceerd. De data lieten zien dat passieve visuele “novelty” verwerking nog niet is uitontwikkeld in 10-12 jarigen, aangezien zowel de snelheid als de intensiteit van visuele “novelty” verwerking in kinderen verschilt van die in volwassenen.

De laatste studie was gericht op het evalueren van de auditieve en visuele stimuli detectie en “novelty” verwerking in elk individueel EMG kind met behulp van taakgerelateerde hersenactiviteit (hoofdstuk 5). Hiertoe werd hetzelfde auditieve en visuele “novelty oddball” paradigma gebruikt zoals beschreven in de hoofdstukken 3 en 4. De hersenactiviteit van elk EMG kind afzonderlijk werd

vergeleken met referentie data afkomstig van normaal ontwikkelende kinderen. De P1 component werd gebruikt voor de evaluatie van auditieve en visuele stimuli detectie. Als deze component zichtbaar is in de auditieve en/of visuele hersenactiviteit van een kind, dan betekent dit dat het kind in staat is de aangeboden auditieve en/of visuele informatie te detecteren. De "novelty" component is van belang bij de auditieve en visuele "novelty" verwerking. De aanwezigheid van een "novelty" component in de hersenactiviteit van een kind, geeft aan dat dit kind in staat is zijn aandacht te focussen op de nieuwe informatie en te herkennen dat deze nieuwe informatie anders is dan de oude informatie die aanwezig is in het werkgeheugen. De aanwezigheid van een auditieve en/of visuele P1 is een indicatie voor het horen en/of zien van dit kind. Het bleek dat alle 15 EMG kinderen konden horen, en dat 13 van hen konden zien. De visuele stimuli detectie van twee kinderen kon niet worden geëvalueerd omdat ze de ogen sloten tijdens de EEG meting. Vervolgens werd het patroon van de P1 hersenactiviteit van een individueel EMG kind vergeleken met het patroon van de P1 hersenactiviteit van controle kinderen van dezelfde leeftijd. Indien er geen significante verschillen werden gevonden, werd de stimuli detectie normaal genoemd. Indien er wel significante afwijkingen te zien waren, werd de P1 hersenactiviteit van het betreffende EMG kind vergeleken met de P1 hersenactiviteit van jongere controle kinderen. Zo kon worden vastgesteld of de afwijkingen in de P1 hersenactiviteit het gevolg waren van een ontwikkelingsachterstand. De resultaten lieten zien dat 12 van de 15 EMG kinderen een normale auditieve stimuli detectie hadden, terwijl slechts 3 van de 13 EMG kinderen een normale visuele stimuli detectie vertoonden. Geen van deze kinderen liet met betrekking tot stimuli detectie een ontwikkelingsachterstand zien. Tenslotte werd de "novelty" hersenactiviteit van elk EMG kind vergeleken met de "novelty" hersenactiviteit van controle kinderen van zijn eigen leeftijd, waarbij dezelfde procedure zoals gebruikt voor stimuli detectie werd gevolgd. Zeven van de 15 EMG kinderen vertoonden een normale auditieve "novelty" verwerking, 6 van de 13 EMG kinderen een normale visuele "novelty" verwerking. Tevens hadden 2 kinderen een auditieve en 1 kind een visuele ontwikkelingsachterstand in de "novelty" verwerking. Het vergelijken van deze ERP resultaten met de gedragsdata en observaties van professionals laat veel overeenkomsten zien, aangezien de meeste EMG kinderen met een zeer lage ontwikkelingsleeftijd ook een afwijkende informatieverwerking vertoonden. Een aantal EMG kinderen werd echter ernstig onderschat, aangezien zij op een zelfde manier informatie bleken te verwerken als normaal ontwikkelende kinderen van

SAMENVATTING

hun eigen leeftijd. Aldus kan worden geconcludeerd dat de non-invasieve meting van taakgerelateerde hersenactiviteit een zeer geschikte en vindingrijke methode is om de informatieverwerking in EMG kinderen te evalueren.

In de algemene discussie worden een aantal aspecten behandeld van de technische en praktische toepassing van het meten van taakgerelateerde hersenactiviteit in EMG kinderen. Tevens wordt aangegeven wat de voordelen zijn voor de praktijk als de ERP methode wordt toegepast op EMG kinderen.